

LAS INUNDACIONES RECIENTES EN GALICIA

Rafael Rodríguez Martínez-Conde; Jorge M. Puga Rodríguez; Roberto Vila García

Departamento de Geografía. Facultad de Geografía e Historia.

Plaza de la Universidad, 1 - 15703 Santiago - Tfno.: 981 . 56 . 31 . 00 - 126 . 29

Fax: 981 . 58 . 21 . 44 - E-mail: xerrmc@usc.es

Francisco Díaz-Fierros Viqueira; Manuel Álvarez Enjo

Departamento de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Farmacia.

Campus Sur - Tfno: 981 . 56 . 31 . 00 - 149 . 22 - Fax: 981 . 59 . 49 . 12

E-mail: edfierros@usc.es - Universidad de Santiago

Resumen

Las inundaciones en Galicia tienen un carácter particular. Los factores que intervienen en su desarrollo son variados pero, en general, están más asociadas a eventos derivados de un largo período de abundante precipitación, propios de las condiciones climáticas en que se inscribe la región, que a aquellos otros, menos frecuentes, de corta duración y elevada intensidad. Por otra parte, al tratarse de un territorio en donde la casi totalidad de sus principales cursos fluviales se encuentran regularizados por embalses para el aprovechamiento hidroeléctrico, los efectos de estas crecidas sólo se dejan sentir en los pequeños cursos que carecen de dicho aprovechamiento, por lo que las consecuencias hidrológicas son limitadas en el espacio y en el tiempo. Finalmente, la ausencia de información hidrométrica de base en estos pequeños cursos fluviales, nos ha llevado a presentar simulaciones de eventos en una de las cuencas más afectadas por las tradicionales inundaciones como es la del río Sar, en la comarca de A Mahía, que se extiende entre la ciudad de Santiago de Compostela y el núcleo urbano de Padrón, en el fondo de la ría de Arousa.

Abstract

The inundations in Galicia have a particular character. The factors that intervene in the development are varied but, generally, are most associated to derived events of a long period of abundant precipitation, proper of the climatic conditions in that inscribes the region, that those other, less frequented, of short duration and elevated intensity. On the other hand, upon be tried of a territory in where the almost totality of the course fluvial principals find regularized by dammed for profit hydroelectric, the grown effects of these alone let to feel in the little courses that lack of tell profit, why the consequences hydro are limited in the space and in the time. Finally, the absence of information hydrologic of little base in these fluvial courses, has at us carried to present simulations of events in one of the most affected basins by traditional inundations as is of the *río Sar*, in the *comarca de A Mahía*, that extend between the city of *Santiago de Compostela* and the urban nucleus of *Padrón*, in the background of to *ría de Arousa*.

1. INTRODUCCIÓN.

Las *cheas* o *enchentas*, expresiones con las que a nivel popular se denominan a las inundaciones, riadas o avenidas en Galicia, vienen siendo una constante en zonas muy concretas de la geografía regional, si bien las que tradicionalmente tienen lugar en Padrón (cuenca del río Sar y Ulla) y Caldas de Reis (cuenca del río Umia) son las más conocidas y, aparentemente, pasan por ser las más importantes tanto por su volumen como por su frecuencia.

Estos desbordamientos de los que queda constancia en la documentación escrita se registran también en otros espacios como A Terra Cha (cuenca alta del Miño), Ribeiro (cuenca del río Avia), Pontevedra (cuenca del Lerez), Monforte de Lemos (cuenca del río Cabe), O Carballiño (cuenca del río Arenteiro), Outes, Noia, Ponte Maceira, Negreira (cuenca del río Tambre), Vilagarcía (cuenca del río Con), Santa Comba (cuenca del río Xallas), Vigo (cuenca del río Lagares) o mismo en Santiago de Compostela (cuenca del río Sar y Sarela). De todos ellos, probablemente sea el

sector de la Terra Cha, en el norte de la meseta lucense, quien registre inundaciones más extensas y quizá de mayor volumen, debido a lo arcilloso de sus suelos y a la planitud de su topografía, pero el no estar ligadas al desbordamiento de ríos "conocidos", ser relativamente habituales y no implicar los riesgos derivados de las avenidas, hace que pasen desapercibidas.

Fuera de éstos, no tiene nada de extraño que en la época estival y como consecuencia de las altas temperaturas que pueden alcanzarse en zonas del interior de la región, se den también procesos convectivos de carácter muy local, susceptibles de originar fuertes precipitaciones de carácter tormentoso con los consiguientes procesos hídricos y erosivos asociados; son las típicas tormentas de verano, pero que lógicamente no corresponden al concepto de *chea*, por sus reducidas dimensiones y por afectar a pequeños regatos.

De cualquier forma, hablar de crecidas o de inundaciones en Galicia requiere una serie de matizaciones previas que contribuyan a clarificar estos hechos en su aplicación a la dinámica de las aguas superficiales en la región. En todos estos casos, hay una serie de puntos en común que conviene tener en cuenta, así como otro tipo de cuestiones relacionadas con la dinámica de este espacio que influyen y matizan las características de los eventos extremos.

Desde el punto de vista climático Galicia se sitúa en el dominio templado húmedo, aunque a nivel de detalle no todo su territorio participe de estas características; sin embargo, en términos genéricos, es válida tal adscripción. Por consiguiente, está sometida al régimen de precipitaciones derivado de situaciones atmosféricas regidas por el paso de las depresiones móviles del frente polar, en donde lo característico son las precipitaciones abundantes y repartidas durante todo el año. En la época estival suele darse un descenso acusado de las mismas como consecuencia de la impronta subtropical que afecta a toda la Península Ibérica. Esto no impide, como es lógico, que puedan darse circunstancias excepcionales en su régimen de precipitaciones, y por tanto sus consecuencias (avenidas) son también excepcionales; pero esto no es lo normal, ni siquiera dentro de esa normalidad aparente. En muy pocas ocasiones se han dado estas circunstancias y por ello no figuran siquiera dentro de lo que podríamos denominar como "previsible".

Lo anterior no significa en absoluto negar que en Galicia se han dado inundaciones derivadas de las crecidas de sus ríos, pero, como veremos, sus causas hay que rastrearlas en problemáticas diversas, y no tanto en eventos meteorológicos excepcionales con períodos de recurrencia muy altos.

Decíamos con anterioridad que hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora de interpretar en sus justos términos el por qué de estas crecidas o inundaciones. Son factores de carácter dispar, y en algunos casos la impronta antrópica juega o ha jugado un papel importante.

En primer lugar, aunque desde fuera de la región Galicia pueda parecer como una zona "montuosa", hay numerosos espacios en su interior que se caracterizan por su planitud y amplitud de horizontes: es el caso de uno de los topónimos antes empleados (*terra chá*, tierra llana) en la cuenca alta del río Miño, aguas arriba de Lugo; pero algo parecido, aunque en menor escala, se puede decir de la depresión de Sarria, de la cuenca de Monforte, de la Limia, de la comarca de Bergantiños, etc.

En segundo lugar, lo que hemos referido para zonas del interior, también sucede en la costa; aquí, sin embargo, en vez de ese tipo de llanuras o de tierras llanas con lo que nos encontramos es con valles fluviales rellenos de materiales de diversa procedencia, que se comportan en la práctica como llanuras aluviales de nivel de base y cuyas cotas altimétricas se encuentran a nivel del mar; es el caso de los ríos que desembocan en las rías occidentales o Rías Baixas, excepto en el río Xallas.

En tercer lugar, hay que destacar que en Galicia, a diferencia de lo que sucede en la España mediterránea, tienen gran importancia los cambios del nivel de base como consecuencia de las mareas diarias que, pueden alcanzar fácilmente los tres metros, en condiciones normales, entre pleamar y bajamar, es decir, fuera de las mareas vivas. Esto implica que a diario el nivel de base no es estable, lo cual tiene profundas repercusiones sobre todo en zonas litorales o de desembocadura de ríos porque con la subida de la marea el mar actúa como un muro de contención en el desagüe fluvial. Si coincide una pleamar con una punta de caudal en una de estas zonas de desembocadura, es muy previsible que nos encontremos ante una situación de *chea*, sin

que tenga necesariamente que estar asociada a una *enchenta* excepcional del río.

En cuarto lugar, Galicia tiene una red fluvial muy densa y sus cuencas por lo general tiende a ser elongadas. Por tanto, el desagüe se realiza con fluidez, sin el riesgo normal asociado a caudales punta de las cuencas redondeadas o circulares.

En quinto lugar, la mayoría de sus principales cursos fluviales están regulados por una sucesión de embalses para el aprovechamiento hidroeléctrico, por lo que en último término, el caudal que fluye es el que dejan salir de tal aprovechamiento. Tienen que ser circunstancias muy excepcionales para que las aportaciones sobrepasen la capacidad reguladora de los embalses.

En sexto lugar, Galicia desde hace una treintena de años soporta anualmente una extensa y frecuente "plaga" de incendios forestales. No es ahora el momento de analizar el por qué de los mismos, pero la realidad es que cada año un porcentaje elevado de su superficie se ve afectada por este suceso. A pesar de la rapidez con la que se regenera la vegetación, las consecuencias del incendio están ahí. Si de una parte se hace disminuir la capacidad de infiltración de los suelos (por el proceso derivado de la ausencia de vegetación y a la hidrofobia de la materia orgánica de origen vegetal), de otra se propicia la existencia de una masa de cenizas y materiales sueltos, y por tanto en situación de inestabilidad, que a la menor ruptura de ese difícil equilibrio inestable se desplazan ladera abajo anegando las salidas naturales de los flujos superficiales y contribuyendo a la retención de la masa de agua que circula por la cuenca. Todos estos procesos asociados propician el que en un momento determinado se pueda originar una punta súbita de caudal derivada de la rotura de esas "artificiales contenciones o diques" en los flujos de escorrentía en la cuenca, y las consiguientes manifestaciones hídricas y erosivas.

En último lugar, está la acción antrópica reflejada en las ocupaciones y modificaciones de los cauces naturales de los ríos mediante edificaciones, construcción de puentes, apropiación de los mismos por aumento de la extensión de la propiedad a costa de estrechar el cauce, vallado de los campos de cultivo, etc. Además, a todo lo anterior hay que añadir otros hechos que podríamos denominar "fortuitos" o coyunturales, como es que en al-

gunos de esos momentos excepcionales no funcionó el aliviadero de algún embalse localizado en la parte final del río o no se abrieron las compuertas del mismo, por lo que la cola del embalse se desplazó algunos kilómetros aguas arriba contribuyendo a la "inundación".

En este contexto que hemos intentado plantear, hablar de avenidas en Galicia resulta, cuando menos, algo que debe ser muy matizado.

Otra cuestión distinta es que como consecuencia de las abundantes precipitaciones, la humedad antecedente de los suelos sea elevada por lo que la capacidad de retención, de por sí ya pequeña dadas las características texturales, en general arenosa, del material de partida no pueda absorber las precipitaciones de un momento determinado, y los ríos o regatos se desborden y cubran parte de su llanura de inundación; pero esto no lo consideramos estrictamente ni avenidas ni crecidas, según el concepto al uso para definir circunstancias excepcionales o eventos extremos. Es lógico y normal que después de un largo período de lluvias abundantes las cuencas de los ríos se comporten como zonas impermeables, sin capacidad de retención, y toda la precipitación fluya como escorrentía superficial; este supuesto no se debe considerar como una crecida en sentido estricto de la expresión, aunque sus consecuencias puedan asociarse a las de una inundación.

Sin embargo, sería erróneo asociar exclusivamente las "inundaciones" en Galicia a largos períodos de lluvias; también se pueden deber a períodos cortos pero de fuerte intensidad de precipitación. Mientras que las primeras estarían dentro de lo que quizá se pueda considerar como "normal" (se trataría de inundaciones ligadas a las abundantes precipitaciones en el tiempo), las segundas entrarían más en el concepto clásico de crecida o avenida (inundaciones ligadas a la fuerte intensidad y corta duración de las precipitaciones en cuencas de rápida respuesta) y quizá sean las más interesantes; sin embargo, como a lo largo del período sólo hemos encontrado un evento claramente asociado a este tipo, no le podremos dedicar toda la atención que deseáramos.

Finalmente, hay que añadir la multiseccular ausencia de aforos en la inmensa mayoría de los ríos de Galicia. Las compañías hidroeléctricas tienen sus registros en embalse; pero en el caso que nos ocupa (las redes

del Umia y del Sar) nos encontramos con la ausencia de aquellos y por tanto de registros de caudal. En fechas recientes, y por distintos motivos, se cuenta con algunos registros, pero ni son en continuo, ni existen series temporales anuales; a lo sumo se tiene el registro diario de los meses de invierno obtenido mediante lectura de la escala. Por consiguiente, lo que exponemos a continuación debe entenderse en este contexto de disponibilidad de datos.

2. RESEÑA HISTÓRICA DE LAS INUNDACIONES EN GALICIA

2.1. Sus localizaciones

Señalábamos anteriormente la existencia en la zona costera de llanuras aluviales de nivel de base, en cuya formación han intervenido elementos diversos. Con independencia de los factores configuradores de las mismas, en la actualidad se presentan como zonas sometidas al influjo diario del movimiento de mareas, de manera que cuando la marea sube (la pleamar) el desagüe del río se ralentiza porque ésta actúa como dique de contención de las aguas fluviales, y se crea un ambiente anfibia mareal. Esto sucede de modo generalizado en el fondo de las principales rías atlánticas, desde la desembocadura del Verdugo-Oitavén en la Ría de Vigo, hasta la del Tambre en la Ría de Muros-Noia. Sin embargo, donde quizá alcance más espectacularidad es la Ría de Arousa. En esta ría desembocan dos redes fluviales: la del Umia, ya casi en la bocana de la ría, y la del Ulla en el fondo de la misma. Uno y otro recogen las aguas de los valles del Sainés y de la Mahía (a través del Sar) respectivamente; aguas arriba nos encontramos con los núcleos de Caldas de Reis (24 m de altitud), en el valle del Umia, y Padrón (5 m de altitud), en el del Sar.

Como se aprecia, la altitud a la que se encuentran los núcleos de población es muy pequeña. Por otra parte, no tiene nada de particular que merced a las intervenciones antrópicas, históricamente los cauces de estos ríos hayan experimentado modificaciones en sus características.

A priori, pues, no se necesitan circunstancias demasiado excepcionales para que un aumento de caudal tenga manifestaciones espaciales llamativas como puede ser el desbordamiento de las aguas y el que éstas circulen

libremente por el casco de los núcleos urbanos, dando pie a las tradicionales "inundaciones".

Por ello, a la hora de aludir a las inundaciones en Galicia, la memoria histórica acude de inmediato a las vegas del Sar en Padrón y del Umia en Caldas de Reis como lugares paradigmáticos. Es en estos sectores del espacio regional, donde mayor trascendencia han tenido las inundaciones.

2.2. Inundaciones históricas

A lo largo del presente siglo se han registrado desbordamientos casi anuales en ambas zonas, si bien fueron los registrados durante los años 1927, 1951, 1957, 1962, 1977, 1978, 1987, 1989 y 1991 los de mayor relevancia. Algunos de ellos son coincidentes con los registrados en otras latitudes de peninsulares.

Las referencias al pasado aluden a que fueron los desbordamientos acaecidos en el siglo XIX los más importantes, concretamente los de los años 1804, 1846 y 1880. En el año 1804 la inundación coincidió con la feria ganadera de la Pascua en Padrón, y se conoce como a "Traxedia da Feira de Pascua". En la de 1846, año en el que el desbordamiento de los ríos Sar y Ulla provocó el derribo del antiguo puente de la Torre Moucha, y se dice que el agua llegó a la altura del reloj situado en la antigua casa de Rosalía de Castro. En 1880 parece que las aguas alcanzaron los 3,60 m sobre el cauce del río.

3. EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS

Sin embargo, en fechas más próximas a nosotros los hechos nos aparecen como muy similares a los del pasado siglo. Expondremos a continuación algunos ejemplos.

3.1. En el año 1977

- a) A las siete de la tarde del 9 de enero de 1977, el caudal del río Sar empezó a aumentar progresivamente siendo en torno a las nueve de la noche cuando el río se desbordó a su paso por los municipios de Padrón y Rois, lugares como Iria, Veiga de Pazos, A Meana, O Bodel y Longais resultaron afectados por las aguas. A media noche la lámina de

agua alcanzó su máxima altura con unos 75 centímetros sobre el nivel de desbordamiento.

- b) Un mes más tarde, se asiste a otro desbordamiento del río de características parecidas. A partir de los datos de precipitación del observatorio de Labacolla (aeropuerto de Santiago) (Tabla nº 1), localizado a pocos kms de Padrón, se ha calculado la lámina de agua del río Sar en Padrón, mediante el programa WMS (Tabla nº 2).

día	precipitación (mm)
7	0
8	41
9	97
10	61
11	50
12	11
13	26
14	3
15	7
total	296

Tabla 1.- Lluvia en Labacolla (febrero 1977)

día	hora	Q (m³/s)												
7	0	0	8	18	105	10	12	120	12	6	36	14	0	9
	1	0		19	112		13	120		7	39		1	9
	2	0		20	118		14	119		8	42		2	9
	3	1		21	123		15	119		9	45		3	9
	4	1		22	129		16	118		10	48		4	9
	5	2		23	134		17	118		11	51		5	10
	6	3		0	140		18	118		12	54		6	10
	7	4	1	144	19	118	13	56	7	11				
	8	5	2	148	20	118	14	57	8	12				
	9	6	3	151	21	118	15	59	9	13				
	10	7	4	153	22	118	16	60	10	14				
	11	8	5	152	23	119	17	61	11	14				
	12	9	6	151	0	119	18	61	12	15				
	13	10	7	148	1	119	19	62	13	15				
	14	10	8	145	2	118	20	63	14	16				
	15	11	9	142	3	116	21	63	15	16				
	16	11	10	139	4	112	22	64	16	16				
	17	11	11	136	5	107	23	64	17	17				
	18	12	11	133	6	100	0	64	18	17				
	19	12	12	132	7	92	1	64	19	17				
	20	12	12	130	8	84	2	64	20	17				
	21	12	12	130	9	75	3	62	21	17				
	22	12	12	129	10	67	4	60	22	17				
23	12	12	129	11	60	5	57	23	17					
8	0	13	9	18	129	11	12	54	13	6	53	15	0	18
	1	13		19	129		13	49		7	48		1	18
	2	13		20	129		14	45		8	43		2	17
	3	15		21	129		15	42		9	37		3	17
	4	16		22	130		16	39		10	33		4	16
	5	19		23	130		17	37		11	28		5	15
	6	23		0	131		18	35		12	24		6	14
	7	28	1	131	19	34	13	21	7	12				
	8	34	2	132	20	33	14	19	8	11				
	9	41	3	132	21	32	15	17	9	9				
	10	48	4	131	22	31	16	15	10	8				
	11	55	5	131	23	30	17	14	11	6				
	12	63	6	129	0	29	18	13	12	5				
	13	70	7	128	1	29	19	12	13	4				
	14	78	8	126	2	29	20	11	14	3				
	15	85	9	124	3	30	21	10	15	3				
	16	92	10	123	4	31	22	10	16	2				
17	99	11	122	5	33	23	9	17	2					

Tabla 2.- Caudales del río Sar en Padrón, en la riada del 7 al 16 de febrero 1977, calculados mediante WMS.

día	hora	Q (m ³ /s)	día	hora	Q (m ³ /s)	día	hora	Q (m ³ /s)	día	hora	Q (m ³ /s)	día	hora	Q (m ³ /s)
15	18	2	16	0	0	16	6	0	16	12	0	16	18	0
	19	1		1	0		7	0		13	0		19	0
	20	1		2	0		8	0		14	0		20	0
	21	1		3	0		9	0		15	0		21	0
	22	1		4	0		10	0		16	0		22	0
	23	1		5	0		11	0		17	0		23	0

Continuación de Tabla 2.

Las aguas desbordadas inundaron todo el casco urbano de Padrón así como los campos colindantes; la carretera N-550 estuvo cortada durante varias horas, y los bajos comerciales de Padrón fueron invadidos por las aguas.

No tiene, pues, nada de particular que la coincidencia de la onda de crecida con la pleamar (Tabla nº 3) originase la retención del desagüe del río y, en consecuencia, su desbordamiento del canal de *bankfull* e inundase el casco urbano. Por tanto, cuando con anterioridad establecíamos una serie de factores a tener en cuenta para entender lo que a nivel del gran público se conoce como las tradicionales inundaciones en Galicia (valles del Uria en Caldas de Reis y del Sar en Padrón), es necesario acudir a la concurrencia de éstos para explicarlas y, de cualquier forma, puede apreciarse que se trata de puntas de caudal de limitadas dimensiones, nunca comparables con los que pueden darse en zonas del Levante peninsular, pero que mantienen la inundación en el espacio y en el tiempo por unos días.

También por estas fechas las calles de otro núcleo de población -Noia, en el fondo de la ría de Muros y Noia- sufrieron la invasión de las aguas, aunque en este caso parece que se debió más a cierta negligencia en la conservación y mantenimiento de las infraestructuras urbanas (alcantarillados) que al desbordamiento de las aguas de los ríos San Xusto y Tállara.

día	pleamar		bajamar	
	hora	aumento (m)	hora	descenso (m)
10	8:17	3,15	2:07	0,79
	20:52	3,22	14:28	0,83
11	9:19	2,92	3:07	1,03
	22:03	3,05	15:30	1,00

Tabla 3. Características del movimiento de mareas en esos días

Desde el punto de vista climatológico, la situación sinóptica en superficie durante el mes de febrero, viene precedida por una situación donde predomina una vaguada asociada al paso de frentes cálidos y fríos, y que darán lugar a la dorsal causante de las fuertes precipitaciones sobre Galicia. Esta situación desembocó en una situación de altas presiones durante el día 6 de febrero, para volver a recibir más tarde, sobre todo el noroeste gallego, la visita de dos dorsales que dejaron lluvias, de débiles a fuertes, hasta prácticamente mediados de mes.

3.2. En el año 1978.

- a) Durante la jornada del día 28 de diciembre de 1978, Galicia sufre inundaciones en varias partes de su territorio como consecuencia de las fuertes lluvias caídas en las treinta horas anteriores.

Las consecuencias espaciales a nivel de Galicia fueron las siguientes:

- 1º) En la ciudad de Lugo el río Rato provocó el aislamiento de los vecinos de Parada de Abaixo por las inundaciones de las vías de comunicación de este pueblo con la capital lucense. El río Miño se desbordó a la altura del Club Fluvial y algunas otras instalaciones anexas resultaron afectadas.
- 2º) En la ciudad de Pontevedra el caudal del río Lérez creció considerablemente y afectó al suministro de aguas de la ciudad, al quedar anegada la estación de bombeo. Se calcula que la repentina subida del río Lérez fue de 110 cm. En la zona de O Marco el río Os Gafos, se desbordó provocando la incomunicación de alguna vivienda y de la estación de autobuses y ferrocarriles. También se registraron inundaciones en algunas calles.

3ª) En Vigo, con un total de precipitaciones de 60 mm y vientos de hasta 65 km/h, se registraron inundaciones en el centro de la ciudad, aunque su origen estuvo en la insuficiencia del alcantarillado. Donde sí hubo inundaciones fue en la zona de Sárdoma-Laxe, en la cuenca del río Lagares.

4ª) En Padrón, el río Sar se desbordó a mediodía. Varias calles quedaron bajo las aguas. A medida que iba avanzando la tarde el nivel de las aguas continuaba subiendo, hasta el punto de que cerca del anochecer las aguas desbordadas estaba entorno a un metro. La pleamar en la Ría de Arousa sería sobre las tres de la madrugada, por lo que se esperaba para esa hora la mayor altura del nivel de las aguas (Tabla nº 4).

5ª) En la provincia de Ourense, concretamente en el valle del río Avia a su paso por Leiro (zona del Ribeiro) las lluvias de los dos días anteriores hicieron necesario abrir las compuertas del embalse de Albarellos lo cual provocó inundaciones en todo el valle hasta Ribadavia; la crecida alcanzó los cinco metros por encima del nivel del río, llegando la lámina hasta San Cristobo.

b) En la jornada siguiente, 29 de diciembre de 1978, en varios puntos de la comunidad gallega se dan inundaciones que, en algunos casos no fueron más que la continuación de las producidas el día anterior.

1ª) En Vigo continuaron los problemas en el centro de la ciudad a pesar que los vientos descendieron en su velocidad y la lluvia recogida fue de 47 mm.

2ª) En Redondeia se desbordaron los ríos Alvedosa y Salgueiral; se calculó en dos metros por encima de su nivel habitual la altura alcanzada por las aguas del río Salgueiral.

3ª) La situación en Padrón se estabilizó desde media noche, puesto que el efecto que se le presumía a la pleamar no se produjo y las lluvias si bien continuaban no produjeron un nuevo aumento del caudal del río Sar. De todas formas más de quinientas hectáreas que engloban tierras de Padrón, Dodro, Seira, Escravitude, Veigas de Iria, Pazos, Extramundi y Lestrove; fueron afectadas por

día	pleamar		bajamar	
	hora	aumento (m)	hora	descenso (m)
28	2:38	3,66	8:55	0,57
	14:58	3,41	21:06	0,36
29	3:25	3,85	9:41	0,40
	15:44	3,56	21:52	0,21
30	3:25	3,85	9:41	0,40
	15:44	3:56	21:52	0,21

Tabla 4. Características del movimiento de mareas entre los días 28-30.12.1978

la inundación.

4ª) En el Ribeiro (valle del Miño en los entornos de Ribadavia) se calculó una punta de unos 700 m³/s. relacionada con la apertura de compuertas del embalse de Albarellos ya citado; aguas arriba en Cabanelas (municipio de Boborás) poco más abajo del anterior embalse, el nivel de las aguas del Avia superó los siete metros sobre su altura habitual. El río Arenteiro, afluente del anterior a su paso por O Carballiño también se desbordó. Y el Miño, aguas debajo de Ribadavia inundó su valle en Vaparaíso, Francelos y Arnoia.

5ª) La villa de Sarria, en la parte central de la meseta lucense, resultó anegada por las aguas desbordadas de los ríos Celeiro y Sarria. Se calculó que la lámina de agua anduvo entorno a los sesenta centímetros sobre las calles de Sarria.

c) El día 30, se continúan registrando inundaciones en Padrón, Caldas de Reis y Pontevedra. En Caldas de Reis el desbordamiento del río Umia inundó parte de la localidad. En Padrón el río Sar volvió a salirse de cauce sobre las tres de la tarde hasta las siete. En Pontevedra el río Lérez volvió a registrar una subida del nivel, que nuevamente afectó a la estación de bombeo; no se registraron inundaciones en las calles de la ciudad.

La situación sinóptica asociada a estas inundaciones se asocia al sucesivo paso de borrascas, vaguadas y dorsales hasta fin de año. Viene precedida por una gran inestabilidad durante todo el mes de diciembre que afecta a la península. El día 20 una baja presión asociada a un frente frío se sitúa al NW del mar Cantábrico, además una vaguada invade la península por el NW así como una dorsal situada sobre las Azores. Al día siguiente la vaguada se ha acentuado. El día 22

la baja fría se transforma en vaguada, situándose igualmente en el mar Cantábrico. En los días siguientes aparecen sucesivas vaguadas que afectan al NW, asociadas o no a frentes fríos, pero que en los días 28 y 29 presentan una presión entorno a los 1.000 mb para la zona de la ría de Arousa, y dorsales. Estamos, pues, ante las típicas situaciones del oeste que afectan a la Península Ibérica y más concretamente a Galicia.

3.3. En el año 1987

En este año tuvo lugar una de esas inundaciones que quedan marcadas en la memoria histórica. Ríos con su nivel de desbordamiento ampliamente rebasado, núcleos de población totalmente anegados por las aguas, miles de personas desalojadas, carreteras y vías ferroviarias cortadas, barcos a la deriva o hundiéndose, suministros de agua, electricidad y teléfono prácticamente inutilizados en buena parte de Galicia y grandes pérdidas económicas. Todo esto, acentuado en las comarcas de Padrón y Caldas (valles de los ríos Sar y Umia). Lo anterior es una pequeñísima descripción del resultado de las precipitaciones que cayeron sobre toda la región entre los días 15 y 16 de octubre y que en el registro de Santiago de Compostela aportaron unos datos históricos de 361 mm. En este caso, se trata de una situación excepcional, asociada al paso de un ciclón tropical (el ciclón Hortensia) (Tabla nº 5) y, por tanto, con unas características sinópticas muy distintas de lo hasta ahora planteado.

A mediados de octubre de 1987, un fuerte temporal de lluvia y viento afectó a Galicia y que comenzó el día 13. Durante esa jornada la zona más afectada fue la comarca de Santiago, con inundaciones en la diferentes sitios de la ciudad, y el aeropuerto hubo de ser cerrado al tráfico debido a las fuertes rachas de viento que llegó a alcanzar los 120 km/h. Las lluvias recogida en las principales ciudades muestran que esta situación fue generalizada pero con especial énfasis en el área de Santiago (Tabla nº 6).

Durante el día 14 se observan numerosas inundaciones en Lugo, Vigo, Santiago, Meira, Mondoñedo, debido a la concentración de las precipitaciones sobre determinados lugares y a problemas de infraestructuras urbanas, pero sin que se hubiesen producido desbordamientos hasta el momento.

día	precipitación (mm)
9	38
10	6
11	5
12	5
13	58
14	208
15	76
16	19
17	1
18	3
19	20
20	22
21	1
22	5
23	2
Total	469

Tabla 5.- Precipitaciones recogidas en Labacolla entre el 9 y 23 de octubre 1987.

ciudad	Precipitación (mm)
Santiago	122
Lugo	49
A Coruña	31
Vigo	26
Marín	27
Pontevedra	32
Ourense	12
Ferrol	25

Tabla 6.- Lluvia recogida en las principales ciudades (13.10.1987)

día	pleamar		bajamar	
	hora	aumento (m)	hora	descenso (m)
14	8:51	2,76	2:08	1,29
	21:18	2,39	15:10	1,56
15	10:23	2,63	3:21	1,50
	23:05	2,36	16:49	1,63
16	11:54	2,67	5:04	1,54
			18:19	1,52
17	0:26	2,51	6:27	1:41
	12:55	2,82	19:11	1,34
18	1:16	2,73	7:20	1,19
	13:37	2,99	19:48	1,13

Tabla 7.- Características de las mareas (14-18.10.1987).

lugar	Precipitación (mm)
A Rúa	34
Trives	71
Viana do Bolo	102

Tabla 8.- Precipitaciones en la cuenca del Sil (15.10.1987).

Diferente era ya la situación en la cuenca baja del río Sar, a su paso por la comarca de Padrón. El Sar comienza a desbordarse a su paso por A Meana, Seira, Iria y Pazos, y desde la Veiga de Pazos hasta prácticamente la entrada del núcleo de Padrón el desbordamiento de la lámina de agua es general.

Como era de prever, el día 15 la situación se había agravado considerablemente y los ríos Sar, Umia y Tambre van completamente desbordados.

Para el sector costero occidental de Galicia, los movimientos de las mareas se comportan del modo que hemos venido señalando con anterioridad (Tabla nº 7), lo cual contribuye también de modo decisivo al rasgo generalizado de esta inundación.

En otras zonas de Galicia, los ríos Miño, Landro y Eo alcanzaron la cota de desbordamiento. El río Cabe a su paso por la localidad de Monforte de Lemos se desbordó y provocó inundaciones, estimándose que el cauce alcanzó una anchura entre seis o siete veces más de lo habitual.

En A Mariña lucense el río Masma se desbordó a la altura del barrio de San Lázaro, en Mondoñedo. En Viveiro la cota de desbordamiento fue sobrepasada en un metro de altura por las aguas del Landro, y la mayoría del valle resultó afectado.

En la comarca de A Limia, en el sur orensano, vientos de ciento siete kilómetros por hora supusieron la pérdida de la cosecha de castaña, patata y setas. Las precipitaciones registradas hasta el mediodía eran de unos sesenta y dos mm. El río Avia se desbor-

lugar	Precipitación (mm)
Pontevedra	84
Santiago ciudad	140
Labacolla	200
Lugo	41
A Coruña	25
Ourense	9
Vimianzo-Dumbría	101
Vigo	48

Tabla 9.- Lluvia recogida en algunos lugares de Galicia el 20.12.1989.

dó en Ribadavia y Leiro. En O Carballiño la anchura del río Arenteiro era a las siete y media de la mañana de unos treinta metros.

En los embalses de la cuenca del Sil se aliviaba una cantidad de agua aproximada de 400 m³/s, cantidad alta teniendo en cuenta que era el comienzo del año hidrológico y, prácticamente, época de estiaje. No hubo inundaciones en esta jornada aunque sí fuertes vientos de hasta 238 km/h. Las precipitaciones para la zona se recogen en la Tabla nº 8.

El desbordamiento del río Umia afectó especialmente a la parte vieja del núcleo de Caldas de Reis, debido a que la lámina de agua alcanzó 1,50 m por encima de caudal de nivel de desbordamiento.

En los municipios de Noia y Serra de Outes, en la zona baja de la cuenca del río Tambre, así como aguas arriba del embalse Barrié de la Maza en el mismo río, el desbordamiento fue algo generalizado debido a problemas técnicos en la presa que hicieron la capacidad del embalse insuficiente para contener la onda de crecida. Así, en Ponte Maceira la altura de la lámina de agua fue de 1,90 m sobre el nivel de desbordamiento.

3.4. En el año 1989.

El día 17 de diciembre de ese año se asiste a un nuevo temporal de agua en la región. Hasta ese momento, sólo el río Sarela, afluente del Sar, se había desbordado levemente aguas abajo de Santiago, aunque quizás la situación de mayor riesgo se registraba nuevamente en Padrón, donde a pesar del reciente dragado en el cauce del río Sar éste empezaba a desbordarse.

Poco después, el día 20, la inundación era general en toda la cuenca baja del Sar, lo que ponía de manifiesto la inutilidad de las intervenciones efectuadas tras las inundaciones de 1987. El nivel de las aguas desbordadas alcanzó el metro y medio en alguna de las calles del núcleo de Padrón. El río comenzó a desbordarse a las 04:00 h en la zona de Pazos y a las 10:00 h se empezó a notar el efecto de la pleamar, que supuso una subida de 0,20 m en 30 minutos. Hacia las 19:00 h el agua había descendido 80 cm, pero seguía lloviendo y faltaba la llegada de la pleamar esperada para las once de la noche, aproximadamente. Las consecuencias fueron, pues,

similares a otras ocasiones. La precipitación recogida en algunos puntos de la región se indica en la Tabla nº 9.

En Caldas de Reis sobre las 09:00 h el río Urmia se desbordó. En algunos puntos de la villa el agua llegó a alcanzar el metro de altura.

Una vez más se asiste en estos sectores a la coincidencia temporal entre el desbordamiento y la pleamar (Tabla nº 10).

En otros sectores de Galicia, las crecidas son generalizadas, destacando a título de ejemplo la zona de Vimianzo—Dumbría y toda la comarca de Bergantiños, por el riesgo de desbordamiento por coronación de los embalses de Fervenza y Santa Uxía de Ezaro en el río Xallas, y en el río Grande a su paso por Baio.

El río Miñor (desemboca en la ensenada de Baiona, en la ría de Vigo) se desbordó a su paso por Gondomar, en parte por efecto de las lluvias torrenciales pero también por el desbordamiento por los aliviaderos de las presas de Zamáns y Eiras. Se calculaba un ritmo de subida de las aguas de 0,2 m cada diez minutos a eso de las diez de la mañana.

En Vigo el río Lagares se desbordó en cuatro puntos, especialmente en la parroquia de San Pedro de Sárdoma y en los barrios de Miraflores y Teis.

También se registraron inundaciones en Vilagarcía de Arousa, aunque no producida por desbordamiento de algún río, sino por el nivel de sus desagües respecto del mar. Los cauces que sí registraron leves desbordamientos fueron los de los ríos Currás y Xunqueira.

Los hechos vuelven a repetirse en la cuenca del Tambre en Ponte Maceira y Portomouro. En Noia, por algunos de sus barrios

pleamar		bajamar	
hora	aumento (m)	hora	descenso (m)
10:49	2,89	4:17	1,52
23:25	2,76	17:11	1,48

Tabla 10. Características del movimiento de mareas el día 20.12.1989.

corrieron las aguas desbordadas; se calculó una altura de las aguas en torno a un metro. Y de igual forma en en sectores de la cuenca del Sar y Sarela a su paso por Santiago.

Y se podría seguir la enumeración con la altura de los niveles estimados alcanzados por los ríos (río Mercurín, en Ordes, + 1,50 m; río Anllóns en Carballo + 1,00 m; río Pontevedra en Tordoia + 2,00 m; río Lárez en Pontevedra + 1,00 m, etc.).

La situación sinóptica que dio lugar a estas inundaciones comienza en el segundo tercio del mes cuando un claro flujo zonal en altura se asocia a una profunda baja que desarrolla su máxima intensidad en el suroeste de las Islas Británicas, afectando de forma más atenuada su borde meridional al NW de la Península.

3.5. En suma.

Nos encontramos siempre con situaciones de inundación ligadas a la circulación atmosférica del oeste con sus pequeñas variantes (es decir, el típico flujo zonal, con o sin vaguadas asociadas), salvo para el caso del ciclón tropical aludido, que en nuestra zona también se comportó como un flujo del oeste aunque, evidentemente, sus mecanismos de génesis y evolución fueran distintos. En cualquier caso, estamos ante una masa de aire cargada de humedad y que alcanza la costa occidental de Galicia con un componente SW o NW.

4. LOS TRABAJOS PUBLICADOS O EN FASE DE PUBLICACIÓN RELACIONADOS CON LAS INUNDACIONES EN GALICIA

En conjunto, se podrían calificar como de trabajos muy recientes y parciales en el tiempo, dado que hasta bien entrados los años noventa estos temas no suelen ser objeto de atención; además de escasos y muy poco numerosos. En su mayoría, se trata de trabajos más preocupados por los elementos de entrada en el sistema (las precipitaciones) que por las salidas del mismo (caudales), muy probablemente debido a la ausencia de una red foronómica generalizada y fiable, aunque, como veremos, la finalidad última sea determinar el volumen evacuado. Como señalamos con anterioridad, puede afirmarse que sólo las principales arterias fluviales (redes del Miño y

del Sil) y algunos embalses en otros ríos menores tienen pequeñas series de registros de caudal que, por otra parte, resultan de difícil acceso y manejo.

En 1992 se publica *Os ríos galegos* (Río Barja y Rodríguez Lestegás), obra que supuso un enorme esfuerzo por la recogida de información y tratamiento de la misma, en donde se hace una división de Galicia en cinco cuencas (vertiente cantábrica, arco ártabro y finisterrano, Rías Bajas, río Miño y cuenca del Duero); se tratan los siguientes apartados en cada una de ellas: aspectos generales, caracteres morfológicos y climáticos, la red fluvial, el régimen hídrico y los aprovechamientos hidráulicos. A la hora de plantear los caudales de los ríos se trabaja con datos anuales estimados o mensuales, y con los coeficientes de caudal, por lo que los caudales instantá-

río	caudal de avenida (m ³ /s)	fecha
Tambre	1.160	12.12.1989
Bibel	916,48	mar-62
Lor	199,5	oct-87
Cabe	240,9	feb-78

Tabla 11.- Puntas de caudal en crecidas de algunos ríos de Galicia. (Fte: Río Barja & Rodríguez Lestegás, 1992)

años	2	5	10	25	50	100	500	1000
m ³ /s	115	1	283	355	426	493	674	751
hm ³	4,4	7,2	9,3	12,3	14,5	16,7	22,4	24,9

Tabla 12.- Período de retorno para diferentes caudales del río Sar en Padrón, según Río Barja & Rodríguez Lestegás, 1992

Lugo		Os Peares		Ourense		Frieira	
Q (m ³ /s)	años	Q (m ³ /s)	años	Q (m ³ /s)	años	Q (m ³ /s)	años
903	41	2.109	31	5.700	42	6.780	39
713,8	20,5	2.095	15,5	499	21	5.999	19,5
606	13,86	1.549	10,3	3.614	14	4.698	13
580	10,25	1.425	7,7	3.563	10,5	4.238	9,75
574,2	8,2	1.383	6,2	3.500	8,4	4.192	7,8
560	6,83	1.380	5,16	3.380	7	4.036	6,5
554	5,85	1.303	4,42	3.351	6	3.684	5,57
553	5,12	1.243	3,87	3.283	5,25	3.595	4,87
531	4,55	1.060	4,44	3.086	4,66	3.320	4,33
464	4,1	1.042	3,1	2.800	4,2	3.000	3,9
460	3,72	965	2,81	2.642	3,81	2.821	3,54
453,5	3,41	965	2,58	2.600	3,5	2.688	3,25
437	3,15	927	2,38	2.545	3,23	2.474	3
411	2,92	815	2,21	2.420	3	2.438	2,88
409	2,73	804	2,06	2.148	2,8	2.316	2,43
393	2,56	721	1,93	2.080	2,62	2.218	2,29
389	2,41	704	1,82	2.056	2,47	2.006	2,16
377	2,27	671	1,72	1.906	2,33	2.000	2,05
357	2,15	654	1,59	1.816	2,1	1.961	1,95
350	2,05	653	1,59	1.690	2,1	1.943	1,85
329	1,95	408	1,47	1.638	2	1.585	1,77
315	1,86	376	1,4	1.609	1,9	1.515	1,69
309	1,18	354	1,36	1.298	1,82	1.438	1,82
307	1,7	338	1,29	1.277	1,75	1.323	1,56
281	1,64	205	1,24	1.273	1,68	1.270	1,5
280	1,59	194	1,19	1.194	1,61	1.250	1,44
270	1,51	182	1,14	1.116	1,52	1.224	1,39
267	1,46	170	1,1	1.116	1,52	1.221	1,34
251	1,41	156	1,06	1.033	1,44	1.212	1,25
244	1,36	142	1,03	1.030	1,4	1.058	1,21
242	1,32			1.027	1,35	956	1,18
225,5	1,28			1.012	1,31	895	1,14
211,2	1,24			986	1,27	891	1,11
204	1,2			882	1,23	582	1,08
199	1,17			810	1,2	567	1,05
192,8	1,1			778	1,16	385	1,02
192	1,1			752	1,13		
188	1,05				1,1		
176,8	1,02				1,07		
					1,05		
					1,02		

Tabla 13.- Período de retorno para diferentes caudales del río Miño en aforos, según Río Barja & Rodríguez Lestegás, 1992.

neos y de crecidas no se abordan salvo en algunos ríos en donde se señala la punta de máxima crecida (Tabla nº 11), y los períodos de recurrencia para el río Sar en Padrón (Tabla nº 12), y para determinados caudales en los ríos Miño y Sil (Tablas nº 13 y 14).

Poco después (1996) los mismos autores publican un resumen de lo anterior en el libro *As Augas [de Galicia]*, sin que se aporte nada respecto de la publicación anterior.

En esa fecha (1996) se publican otros dos trabajos interesantes. En el primero de ellos, *As precipitacións*, (Gómez Viñas *et al.*) elaboran los períodos de retorno de la precipitación máxima en 24 h de 2, 10, 50 ó 100 años para todos los observatorios de Galicia; tanto la cuenca del Sar como la del Umia tienen un período de 10 años para precipitaciones entre 100 y 120 mm/día, y de 50 para lluvias entre 140-180 mm. El segundo de los trabajos se refiere al *Balance hídrico* (Soto González y Díaz-Fieros Viqueira) de una gran número de cuencas en base a la elaboración de la mayoría de los diferentes parámetros que entran en su cálculo. Se trata de un trabajo útil a la hora de determinar las necesidades o excedentes de agua de las cuencas, si bien plantea algunos problemas de delimitación, homogeneización de datos, contraste con los aforos existentes, y lógicamente, no abordan el tema de las inundaciones.

En 1993 se publica *As concas fluviais de Galicia* (Díaz-Fierros, Núñez Delgado y López Periago) pero, como su título indica, la obra se refiere a las características de las cuencas, en este caso en relación con la contaminación difusa, sin que se aporte dato alguno acerca del régimen hídrico de los sistemas fluviales salvo lo referente a la aportación anual (total y específica) dado que, indudablemente, no era ésta la finalidad de la publicación.

En otro orden de magnitudes e intereses, en fechas relativamente recientes también se han elaborado cinco trabajos (publicados o en fase de publicación) en los que el tema de las crecidas se aborda de forma muy colateral en la mayoría de los casos. Uno de ellos son las láminas de *Hidrología* del Atlas de Galicia (Rodríguez Martínez-Conde) en fase de publicación, en donde apenas se hace mención del tema.

Más ambicioso a primera vista es el titulado *Condicionantes atmosféricos de las pre-*

Q (m ³ /s)	años
3.486	37
3.050	18,5
2.853	12,33
2.607	9,25
2.532	7,4
2.470	6,16
2.066	5,28
1.988	4,62
1.775	4,11
1.790	3,53
1.760	3,53
1.656	3,08
1.626	2,84
1.607	2,64
1.580	2,46
1.511	2,31
1.486	2,17
1.409	2,05
1.396	1,89
1.395	1,89
1.350	1,76
1.337	1,68
1.277	1,6
1.222	1,54
1.157	1,48
1.143	1,42
1.142	1,37
1.120	1,32
1.028	1,27
1.023	1,23
1.000	1,19
749	1,15
668	1,12
663	1,08
622	1,05
611	1,02

Tabla 14.- Caudales y período de retorno para el río Sil en Os Peares, según Río Barja & Rodríguez Lestegás, 1992.

cipitaciones elevadas y su relación con algunas inundaciones en el área de Padrón (Ría de Arousa, Galicia) (Martínez Cortizas y Castillo Rodríguez, 1996), en donde a partir "de una serie diaria de precipitaciones se lleva a cabo un estudio de los condicionantes atmosféricos implicados en los períodos de elevada precipitación e inundaciones" en el área mencionada, planteando cuestiones relacionadas con la distribución de la lluvia en la franja atlántica de Galicia, períodos lluviosos, situaciones de elevada precipitación y los mecanismo sinópticos responsables, al tiempo que se intenta describir algunos ejemplos de inundaciones. Detallan sus autores las relaciones entre duración e intensidad pluviométrica, e identifican secuencias de días de elevada precipitación, y la dinámica atmosférica bajo la que se generan.

Los autores establecen una serie de características que contribuyen a explicar las

fecha	pac	pdm	pacp	pdmp
10.02.1977	487	17,4	176	13,5
28-31.12.1978	430	30,7	495	30,4
14-15.10.1987	192	47,9	238	21,7
20-21.12.1989	435	27,1	-	-

Tabla 15. Datos de precipitación asociados a las inundaciones, según Martínez Cortizas & Castillo Rodríguez, 1996. *pac*: precipitación acumulada en el período de inundación; *pdm*: precipitación media diaria del período; *pacp*: precipitación acumulada del período previo; *pdmp*: precipitación diaria media del período previo.

inundaciones a las que con anterioridad nos hemos referido, y que resumimos en la Tabla nº 15.

Conviene llamar la atención sobre el dato que aportan estos autores (*pacp*: precipitación acumulada del período previo) porque viene a subrayar lo que hemos expuesto con anterioridad referido a la ya de por sí limitada capacidad de retención de los suelos (asociada al sustrato granitoide). En la práctica, después de un largo período de lluvias, aquellos se comportan como suelos saturados, sin capacidad de retención, y por tanto la escorrentía superficial es resultado más o menos directo de la precipitación en una respuesta casi inmediata.

A continuación nos referiremos a tres trabajos elaborados desde una óptica más hidrológica. El primero de ellos se titula *Análisis regional de las precipitaciones máximas en Galicia mediante el método del índice de avenida* (aceptado para su publicación) (Álvarez, M.; Puertas, J.; Soto, B. y Díaz-Fierros, F.), en donde se desarrolla un modelo para la estimación de frecuencia de las precipitaciones máximas basado en el método del análisis regional del índice de avenida y el estudio de los L-momentos. En él se demuestra que, desde el punto de vista de las precipitaciones máximas, Galicia puede ser considerada como una región homogénea que puede ser descrita con ayuda de las funciones de distribución general de valores extremos (GEV) y generalizada logística (GLO). Respecto del trabajo anteriormente citado hay un avance significativo dado que en aquél el análisis de eventos extremos se basaba en el análisis de frecuencia de los mismos mediante el uso local de las series de observaciones. Dado que

la estimación de las frecuencias de los eventos extremos es compleja puesto que por definición son excepcionales y los registros de las series demasiado cortos, el problema se resuelve paliando la carencia en el tiempo con la abundancia en el espacio; por ello la tendencia es a que se utilice el análisis de ámbito regional en el cálculo de la frecuencia de eventos extremos; en ese contexto, los autores del mencionado trabajo recurren al análisis regional del índice de avenida.

Un segundo trabajo recientemente publicado (1998) se titula *Análisis regional de avenidas en la zona atlántica de Galicia (NW. España)* (Álvarez Enjo, M.; Puertas Agudo, J. y Díaz-Fierros Viqueira, F.). Entre las ventajas del ARA (análisis regional de avenidas) se menciona su aplicabilidad en regiones con escasa información y registros de observaciones cortos, pues además constituye una alternativa para la estimación de avenidas en puntos donde se carece de información hidrométrica. Es el caso de Galicia, donde a pesar de estar transferidas desde el gobierno central al autonómico todas las atribuciones competenciales sobre lo que se denomina "Galicia Costa", es decir Galicia salvo la cuenca del Miño, se carece todavía de mucha información de base o resulta dificultosísimo acceder a ella en caso de que exista. Los autores aplican el modelo a las Rías Bajas, y llegan a la conclusión de la existencia de estrecha correlación entre los caudales observados mediante aforo y el área de la cuenca debido a la homogeneidad que engloban los factores climáticos, físico-geográficos e hidrológicos dentro de la región analizada.

Se tratan, pues de dos trabajos esencialmente metodológicos y conceptuales, apoyados en bases empíricas, referidos tanto a las precipitaciones extremas, originadoras de los eventos de crecida a los que hemos aludido, como a los eventos en sí mismos, aplicables en zonas como Galicia en donde en muchas ocasiones se carece de información de base.

Finalmente, un último trabajo pendiente de publicación y titulado *Procesos erosivos asociados a eventos torrenciales en áreas incendiadas: un caso de estudio en el Monte Faro (Galicia)* (Álvarez Enjo, M.; Soto González, B.; Pérez Moreira, R. y Díaz-Fierros Viqueira, F.), plantea la respuesta hidrológica y la erosión de una pequeña cuenca, previamente afectada por un incendio en un 70% de su superficie, ante un evento lluvioso de ele-

vada intensidad y origen convectivo. Los autores estructuran su investigación a partir de las huellas dejadas por la avenida.

5. UNA APROXIMACIÓN A CASOS CONCRETOS

Dentro del período 1970-1990 se analizan, desde el punto de vista de su frecuencia, algunos de los eventos extremos más significativos (precipitaciones máximas y avenidas) que han tenido lugar en la vertiente atlántica de Galicia.

La estimación del período de retorno asociado a estos eventos, se ha realizado con ayuda del análisis regional de frecuencia mediante el empleo conjunto de datos locales y regionales desarrollado para las condiciones de Galicia (Álvarez Enjo *et al.* 1998, 1999), y el modelo de análisis regional aplicado, tiene como base el enfoque moderno del método del índice de avenida con sus parámetros estimados a partir de los L-momentos (Hosking y Wallis, 1993). La función de distribución regional seleccionada para dicho análisis ha sido la general de valores extremos (GEV).

Finalmente, conviene precisar que nos hemos centrado en el caso del río Sar a su paso por Padrón, pues, como hemos visto, es una de las cuencas más afectadas por las inundaciones. Para ello se ha calculado, para cada inundación, el caudal y su hidrograma correspondiente, ya que no dispone de ninguna estación de aforo en su red, mediante el programa Watershed Modelling System (WMS), a partir de los datos de lluvia registrados en el observatorio de Labacolla (aeropuerto de Santiago). Debemos añadir que al carecer de datos de aforo no se ha podido establecer el caudal del río previo al evento que tratamos, por lo que el hidrograma y sus valores se refieren única y exclusivamente a la crecida a partir de la precipitación registrada, y no al caudal real que en ese momento evacuaba el río.

5.1. Evento de febrero de 1977

Las precipitaciones registradas en el observatorio de Labacolla (Tabla nº 1) muestran que el comienzo del episodio lluvioso tuvo lugar a partir del día 7. Durante 8 días llovieron 296 mm, si bien distribuidos de forma no uniforme pues se aprecia un pico en el día 9 y otro de menor importancia en el día 13. Esta-

mos, pues, ante una secuencia lluviosa de cierta intensidad sobre todo en su comienzo.

La modelización de esta lluvia y su conversión en caudal (Tabla nº 2), nos muestra lo que cabía esperar, es decir una crecida con dos puntas de caudal de distinta significación (Fig.1). En la primera de ella el río desagua alrededor de 153 m³/s mientras que en la segunda alcanza algo menos de la mitad (64 m³/s). Sin embargo, hay que notar que durante casi tres días el río mantuvo un caudal por encima de los 100 m³/s. (desde las 18:00 h del día 8 hasta las 07:00 del día 11.

Teniendo en cuenta los datos de los movimientos de la marea (Tabla nº 3) se deduce que el pico máximo coincidió con la bajada de la marea (bajamar), por lo que en un principio su efecto no se dejó sentir en forma de desbordamiento generalizado. Sin embargo y teniendo en cuenta que el caudal del río Sar estuvo por encima de los 100 m³/s durante dos días y medio, el efecto de la pleamar sí actuó posteriormente como dique de contención de la lámina de agua desbordada, lo que indirectamente propició la subida de nivel de las aguas del Sar. A lo anterior habría que añadir la precipitación acumulada durante el período de inundación (Tabla nº 15).

5.2. Evento de diciembre 1978

Como ya hemos señalado, a finales de 1978 se asiste a un período generalizado de abundantes precipitaciones que afectan a toda la región. Su consecuencia fueron los frecuentes desbordamientos en la mayoría de los ríos de Galicia, con diferentes manifestaciones.

En este contexto, hemos podido determinar que en Vigo se registró el máximo histórico dentro del período 1961-1990 con una lámina de 175 mm, cuyo período de retorno es de 81 años. En el resto de las estaciones analizadas las láminas establecidas se corresponden con el sexto máximo observado, siendo el período de retorno promedio de estas de 6,2 años.

Para el caso de la cuenca del Sar, se pueden tomar como referencias los datos de Labacolla, Santiago, Pontecesures y Herbón, estos dos últimos a algo menos de 2 kms de Padrón (Tabla nº 16). Se aprecia que la precipitación correspondiente al día 28 de diciembre en estos dos observatorios fue un evento que quizá no se le pueda calificar como de

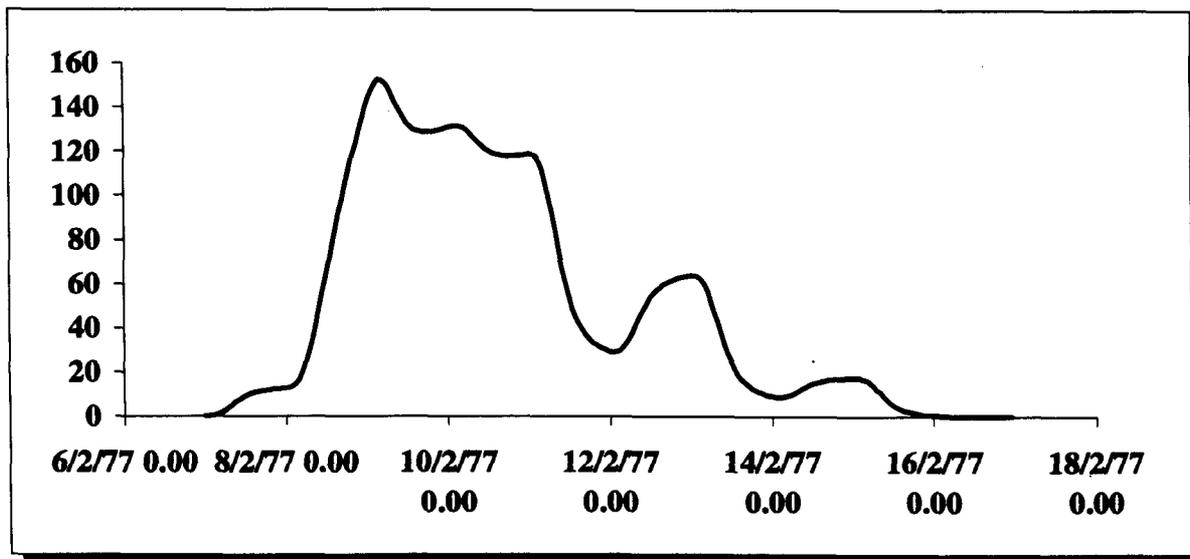


Fig. 1.- Crecida del 6 al 12 de febrero de 1977 del río Sar a su paso por Padrón, en m³/s., simulado en W.M.S.

	observatorio	P (mm)	T (años)
1	Santiago de Compostela	91.4	6.0
2	Labacolla	117	8.4
3	Herbón	104	6.5
4	Pontecesures	95.8	3.8
5	Vigo	175	81

Tabla 16.- Datos de precipitación y período de retorno del 28 de diciembre de 1978.

día	precipitación (mm)
22	4
23	19
24	59
25	9
26	8
27	44
28	80
29	51
30	58
31	14
1	5
2	4
3	70
4	13
5	1
total	439

Tabla 17. Lluvia recogida en Labacolla (22.12.1978-5.1.1979).

carácter extraordinario, si tenemos en cuenta el período de recurrencia. Sin embargo, si tenemos en cuenta los datos de Santiago y de Labacolla, las cosas son algo distintas tanto por el volumen de precipitación como por el período de recurrencia. Todo ello nos está manifestando que en la cabecera de la cuenca hubo abundantes precipitaciones que se tradujeron en el desbordamiento del Sar. Hemos procedido como en el evento anterior, y se ha

modelizado la curva de caudal de la crecida. Para ello hemos tomado como precipitación los datos de Labacolla (Tabla nº 17).

La curva de crecida (Fig. 2) nos muestra tres picos entre los que destaca el central (entre el 27 de dic. y el 2 de en.), con el máximo de caudal del día 29 entre las 01:00 y las 03:00 h con un caudal de 176 m³/s, pero desde las 07:00 h. del día 28 el caudal se mantuvo por encima de los 100 m³/s. Sobre este caudal incide la nueva crecida del día 31 (149 m³/s a las 0:00 h), y la del día 4 de enero (185 m³/s entre las 0:00 y las 02:00 h). Si se tiene en cuenta que en la modelización se ha supuesto, teóricamente por carecer de datos de caudal, que el momento anterior a la crecida era el de un período seco para la cuenca, puede deducirse que el caudal que llevaba el Sar en este evento es bastante superior al señalado.

Finalmente, para analizar la inundación conviene reseñar, como en ocasiones anteriores, los movimientos de marea que actuaron de contención de la riada en varios momentos (Tabla nº 18), por lo que el desbordamiento de la lámina de agua alcanzó notable desarrollo superficial.

No tiene, pues, nada de particular que los vecinos compararan esta nueva *enchenta* con las ocurridas en los años 1926 y 1966, aunque las pérdidas materiales de la riada fueron menores a las esperadas al haber sido prevista, en cierto modo, por las autoridades, ni que se utilizaran las barcas y las botas de pescar como medio de transporte.

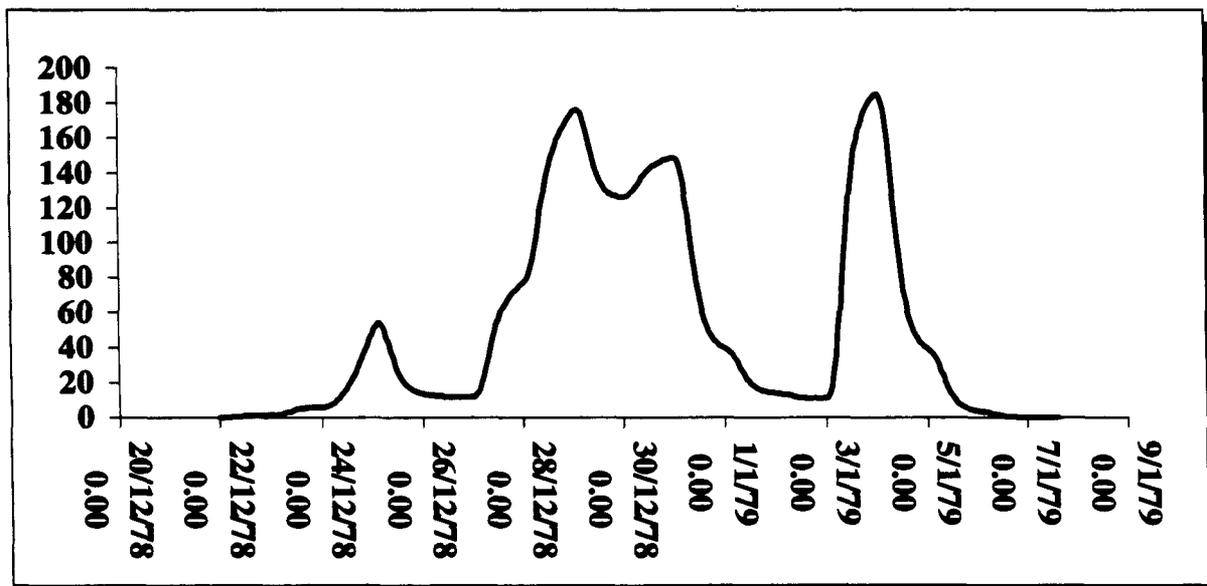


Fig. 2.- Hidrograma de la crecida del río Sar de 22.12.1978-6.1.1979, en m³/s., simulada mediante W.M.S.

Para el caso de otro río que desemboca también la ría de Arousa (el Umia), hemos calculado la precipitación, caudal y período de retorno en base a la crecida que tuvo lugar el día 24 de diciembre, y que en la localidad de Caldas de Reis inundó la parte baja de la ciudad. Las aguas alcanzaron cerca de los 2,6 metros una vez que el río rebasó el nivel de desbordamiento. En la siguiente figura (Fig. 3) se muestra el hidrograma de la avenida del 24.XII.78, así como las que se sucedieron los días siguientes. En esta fecha, la punta de caudal fue de 220 m³/s y el período de retorno de 12,9 años.

5.3. El ciclón Hortensia (octubre 1987)

Como indicamos en su momento, fue en origen un ciclón tropical que en su desarrollo y recorrido experimentó las lógicas modificaciones y, entre ellas, las del cambio de dirección, dirigiéndose al final hacia la fachada atlántica europea. Las consecuencias, pues, fueron las normales asociadas a este tipo de fenómenos. Desde el punto de vista hidrológico, con este evento se registraron los máximos históricos dentro del período normal 1961-1990 en cuatro de las cinco estaciones pluviométricas analizadas, a excepción de Vigo, donde la lámina observada correspondió al tercer máximo observado.

En Santiago de Compostela se registraron los días 13 y 14 de octubre láminas de 106,5 y 137,9 mm respectivamente, que produjeron inundaciones en Padrón, donde las

aguas llegaron a alcanzar los 3 metros en algunas calles como consecuencia de la crecida del río Sar a su paso por esta localidad.

El pluviómetro de Labacolla registró el máximo histórico de toda Galicia dentro del período 1961-1990, con una lámina de 218 mm a la que le corresponde un período de retorno de 425 años. En los pluviómetros de Santiago de Compostela, Herbón y Ponteareas las láminas observadas presentaron un período de retorno promedio de 62 años. En Vigo el período de retorno de este evento fue cercano a los 5 años (Tabla nº 19). Todo ello nos está indicando que la zona más afectada fue la ría de Arousa-cuenca del Sar, si bien afectó a toda Galicia en mayor o menor medida.

Tal y como hicimos para eventos anteriores, hemos modelizado el hidrograma de crecida del río Sar (Tabla nº 20) a partir de los datos de precipitación de Labacolla (Tabla nº 21).

Se aprecia una brusca y fuerte subida del pico de caudal (Fig. 4) que comienza hacia las 5:00 h del día 13 con un caudal de 10 m³/s; cinco horas más tarde ya estaba en 32 m³/s; a las 15:00 estaba en 53; a las 21:00 en 70; a las 04:00 del día 14 en 106; a las 08:00 en 204; a las 12:00 en 316; llegando a los 491 m³/s a las 02:00 del día 15, altura máxima de la punta de caudal asociada a la precipitación, sin tener en cuenta el volumen de otros tipos de flujo; es decir, el caudal real fue más elevado que el aquí calculado.

día	hora	Q (m³/s)									
22.XII.	0	0	23.XII.	13	5	25.XII.	2	53	26.XII.	15	12
	1	0		14	5		3	54		16	12
	2	0		15	5		4	54		17	12
	3	0		16	5		5	52		18	12
	4	0		17	5		6	50		19	12
	5	0		18	6		7	46		20	12
	6	0		19	6		8	42		21	12
	7	0		20	6		9	38		22	12
	8	0		21	6		10	34		23	12
	9	1		22	6		11	30		0	12
	10	1	23	6	12	27	1	12			
	11	1	0	6	13	24	2	13			
	12	1	1	6	14	22	3	14			
	13	1	2	6	15	20	4	16			
	14	1	3	6	16	19	5	20			
	15	1	4	7	17	17	6	24			
	16	1	5	8	18	16	7	29			
	17	1	6	9	19	16	8	34			
	18	1	7	10	20	15	9	39			
	19	1	8	11	21	15	10	45			
	20	1	9	12	22	14	11	49			
	21	1	10	14	23	14	12	53			
	22	1	11	15	0	14	13	57			
23	1	12	17	1	13	14	60				
23.XII.	0	1	24.XII.	13	19	26.XII.	2	13	27.XII.	15	63
	1	1		14	21		3	13		16	65
	2	1		15	23		4	13		17	67
	3	1		16	25		5	13		18	69
	4	2		17	28		6	13		19	70
	5	2		18	31		7	12		20	72
	6	2		19	34		8	12		21	73
	7	3		20	36		9	12		22	74
	8	3		21	39		10	12		23	76
	9	4		22	42		11	12		0	77
	10	4		23	45		12	12		1	78
	11	4	0	48	13	12	2	80			
12	5	1	51	14	12	3	82				
			25.XII.					28.XII.			

Tabla 18.- Fecha y caudales máximos (m³/s) de la riada de 22.12.1978 a 1 6.1.1979.

cont. Tabla nº 18.

día	hora	Q (m ³ /s)	día	hora	Q (m ³ /s)	día	hora	Q (m ³ /s)	día	hora	Q (m ³ /s)		
28.XII.	4	86	29.XII.	18	128	31.XII.	8	106	1.I.	22	14		
	5	91		19	128		9	96		23	14		
	6	97		20	127		10	86	2.I.	0	14		
	7	104		21	127		11	78		1	14		
	8	112		22	127		12	70		2	14		
	9	119		23	126		13	64		3	13		
	10	126		0	126		14	59		4	13		
	11	133	1	126	15	55	5	13					
	12	139	2	127	16	52	6	13					
	13	144	3	127	17	49	7	13					
	14	149	4	128	18	47	8	12					
	15	153	5	129	19	45	9	12					
	16	156	6	131	20	44	10	12					
	17	159	7	132	21	42	11	12					
	18	162	8	134	22	41	12	11					
	19	164	9	136	23	41	13	11					
	20	167	10	138	0	40	14	11					
	21	169	11	139	1	39	15	11					
	22	171	12	141	2	39	16	11					
	23	173	13	142	3	38	17	11					
	29.XII.	0	174	30.XII.	14	143	1.I.	4		36	3.I.	18	11
		1	176		15	144		5		35		19	11
		2	176		16	145		6		33		20	11
3		176	17		145	7		30	21	11			
4		175	18		146	8		28	22	11			
5		172	19		147	9		26	23	11			
6		168	20		147	10		24	0	11			
7		163	21	148	11	22	1	11					
8		158	22	148	12	20	2	14					
9		153	23	148	13	19	3	18					
10		148	0	149	14	18	4	25					
11		143	1	149	15	17	5	35					
12		139	2	148	16	16	6	49					
13		136	3	145	17	16	7	64					
14		134	4	141	18	15	8	80					
15		132	5	134	19	15	9	95					
16		131	6	126	20	15	10	110					
17	129	7	116	21	14	11	124						

cont. Tabla nº 18.

día	hora	Q (m³/s)									
3.I.	12	136	4.I.	9	115	5.I.	6	30	6.I.	3	3
	13	145		10	103		7	27		4	3
	14	153		11	91		8	24		5	3
	15	159		10	103		9	20		6	2
	16	164		13	72		10	18		7	2
	17	169		14	66		11	15		8	2
	18	172		15	61		12	13		9	2
	19	176		16	56		13	11		10	1
	20	178		17	53		14	9		11	1
	21	180		18	50		15	8		12	1
	22	182		19	47		16	7		13	1
23	184	20	45	17	6	14	1				
4.I.	0	185	21	43	18	6	15	0			
	1	185	22	42	19	5	16	0			
	2	184	23	41	20	5	17	0			
	3	181	0	40	21	4	18	0			
	4	176	1	39	22	4	19	0			
	5	167	2	38	23	4	20	0			
	6	156	3	37	0	4	21	0			
	7	143	4	35	1	3	22	0			
	8	129	5	33	2	3	23	0			

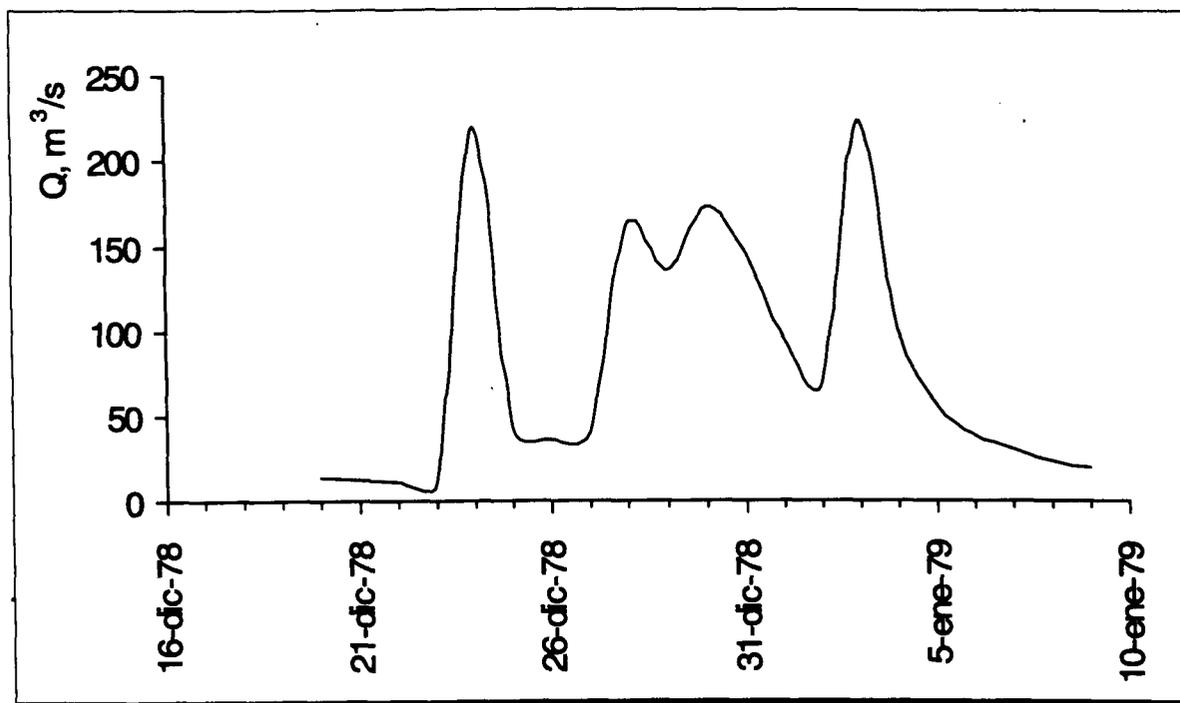


Fig. 3. Hidrograma de la crecida del río Umia entre 20.12.1978-9.1.1979, en Caldas de Reis.

Con estos volúmenes de escorrentía directa, no tiene nada de particular que el hecho de la inundación fuese un fenómeno generalizado en la mayoría de la cuenca del Sar aguas debajo de Santiago, pues como ya hemos señalado en otras ocasiones el movimiento de mareas actuó en determinados momentos como dique de retención en el fluir de las aguas, lo que hizo aumentar la altura de la lámina de agua y con ella su extensión.

nº	pluviómetro	P (mm)	T (años)
1	Santiago de Compostela	138	50
2	Labacolla	218	425
3	Herbón	153	56
4	Pontecesures	168	79
5	Vigo	107	5.2

Tabla 19. Precipitación asociada al ciclón Hortensia, y período de retorno.

fecha	hora	Q (m3/s)									
9.X.	0	0	10.X.	17	3	12.X.	10	3	14.X.	3	94
	1	0		18	3		11	3		4	106
	2	0		19	3		12	3		5	125
	3	0		20	3		13	3		6	148
	4	1		21	3		14	3		7	175
	5	2		22	3		15	3		8	204
	6	3		23	3		16	3		9	233
	7	4	0	3	17	3	10	262			
	8	5	1	3	18	3	11	290			
	9	6	2	3	19	3	12	316			
	10	7	3	3	20	3	13	339			
	11	8	4	3	21	3	14	360			
	12	8	5	3	22	3	15	378			
	13	9	6	3	23	4	16	394			
	14	10	7	3	0	4	17	409			
	15	10	8	3	1	4	18	423			
	16	10	9	3	2	4	19	435			
	17	11	10	3	3	5	20	446			
	18	11	11	3	4	7	21	456			
	19	11	11	3	5	10	22	466			
	20	11	11	3	6	14	23	474			
	21	11	11	3	7	18	0	482			
	22	11	11	3	8	22	1	488			
23	12	11	3	9	27	2	491				
10.X.	0	12	11.X.	10	32	13.X.	10	32	15.X.	3	489
	1	12		11	3		11	37		4	481
	2	12		12	3		12	41		5	465
	3	11		13	3		13	45		6	444
	4	11		14	3		14	49		7	418
	5	10		15	3		15	53		8	391
	6	10		16	3		16	56		9	363
	7	9	17	3	17	59	10	337			
	8	8	18	3	18	62	11	313			
	9	7	19	3	19	65	12	292			
	10	6	20	3	20	67	13	275			
	11	6	21	3	21	70	14	262			
	12	5	22	3	22	72	15	251			
	13	5	23	3	23	75	16	243			
	14	4	0	3	0	77	17	235			
	15	4	1	3	1	80	18	230			
16	4	2	3	2	85	19	225				

Tabla 20.- Hidrograma del río Sar, asociado al ciclón Hortensia (octubre 1987).

cont. Tabla nº 20

fecha	hora	Q (m3/s)									
15.X.	20	221	17.X.	13	15	19.X.	6	18	20.X.	23	61
	21	218		14	12		7	22	0	61	
	22	215		15	11		8	26	1	60	
	23	213		16	9		9	31	2	60	
16.X.	0	211		17	8		10	34	3	58	
	1	210		18	7		11	38	4	56	
	2	207		19	6		12	41	5	53	
	3	202		20	6		13	44	6	48	
	4	195		21	5		14	46	7	43	
	5	186		22	5		15	47	8	38	
	6	174		23	4	16	49	9	33		
	7	160		0	4	17	50	10	28		
	8	146		1	4	18	51	11	24		
	9	132		2	4	19	51	12	20		
	10	119		3	4	20	52	13	17		
	11	107		4	4	21	53	14	14		
	12	97		5	4	22	53	15	12		
	13	88	6	4	23	53	16	10			
	14	82	7	5	0	54	17	9			
	15	76	8	5	1	54	18	8			
	16	72	9	6	2	54	19	7			
	17	68	10	6	3	54	20	6			
	18	65	11	6	4	55	21	6			
	19	63	12	7	5	55	22	5			
	20	61	13	7	6	56	23	5			
	21	59	14	7	7	56	0	4			
	22	58	15	7	8	57	1	4			
23	48	16	7	9	58	2	4				
17.X.	0	56	17	8	10	58	3	4			
	1	55	18	8	11	59	4	4			
	2	54	19	8	12	59	5	5			
	3	52	20	8	13	59	6	6			
	4	50	21	8	14	60	7	6			
	5	46	22	8	15	60	8	7			
	6	42	23	8	16	60	9	8			
	7	38	0	8	17	60	10	9			
	8	33	1	8	18	60	11	10			
	9	29	2	9	19	60	12	11			
	10	24	3	10	20	60	13	11			
	11	21	4	12	21	60	14	12			
	12	17	5	15	22	61	15	12			

cont. Tabla nº 20.

fecha	hora	Q (m3/s)									
22.X.	16	12	23.X.	6	12	23.X.	20	6	24.X.	10	2
	17	13		7	11		21	6		11	2
	18	13		8	11		22	6		12	2
	19	13		9	10		23	6		13	1
	20	13		10	9	0	6	14		1	
	21	13		11	9	1	6	15		1	
	22	13		12	8	2	6	16		1	
	23	14		13	8	3	5	17		1	
23.X.	0	14		14	7	4	5	18		0	
	1	14		15	7	5	5	19	0		
	2	14		16	7	6	4	20	0		
	3	13		17	6	7	4	21	0		
	4	13		18	6	8	3	22	0		
	5	13		19	6	9	3	23	0		

día	precipitación (mm)
10	1
11	42
12	32
13	11
14	44
15	33
16	56
17	27
18	4
19	87
20	79
21	27
22	9
23	2
24	21
25	6
Total	481

Tabla 21.- Lluvia recogida en el observatorio de Labacolla (10-25.12.1989)

5.4. Evento de diciembre de 1989

A finales del año 1989 también se registraron avenidas e inundaciones de gran consideración. Desafortunadamente por esas fechas la red hidrométrica de Galicia se encontraba fuera de servicio, por lo que no existe información disponible. Por ello, procederemos como en ocasiones anteriores en la caso de la cuenca del Sar.

Las precipitaciones en Labacolla (nº 21) muestran un período relativamente largo de abundantes y continuas precipitaciones durante los días anteriores al evento principal, y además la concentración de 166 mm en 48

horas. La respuesta de la cuenca fue inmediata, tal y como se recoge en la simulación efectuada (no se adjuntan los datos de esta simulación), y en ella se aprecia como primer hecho a destacar que desde las 11:00 h del día 16 y las 08:00 del día 17, y desde las 09:00 h del día 19 hasta las 14:00 del día 21 el río estuvo evacuando un caudal por encima de los 100 m³/s. La primera punta de caudal la alcanzó entre las 0:00 y las 03:00 h del día 17, con 124 m³/s, y la segunda entre las 03:00 y las 06:00 del día 20, con 221 m³/s. Hay que añadir que entre las 18:00 h del día 19 y las 04:00 del día 21 el caudal estuvo por encima de los 200 m³/s. Todo ello se recoge sintéticamente en la Fig. 5, donde se representa la simulación del hidrograma de esta crecida y, como en casos anteriores, no se tuvo en cuenta el flujo basal del río en ese período por carecer de datos.

6. CONCLUSIONES

A lo largo de las páginas que anteceden hemos procurado ofrecer una panorámica general sobre las inundaciones en Galicia, extensión, ámbito, características, situaciones sinópticas asociadas, al tiempo que una serie de matizaciones en orden a la correcta comprensión de este fenómeno hidrológico en el ámbito regional. De lo expuesto se deduce que estos eventos no tienen la significación que pueden tener en otros espacios del terri-

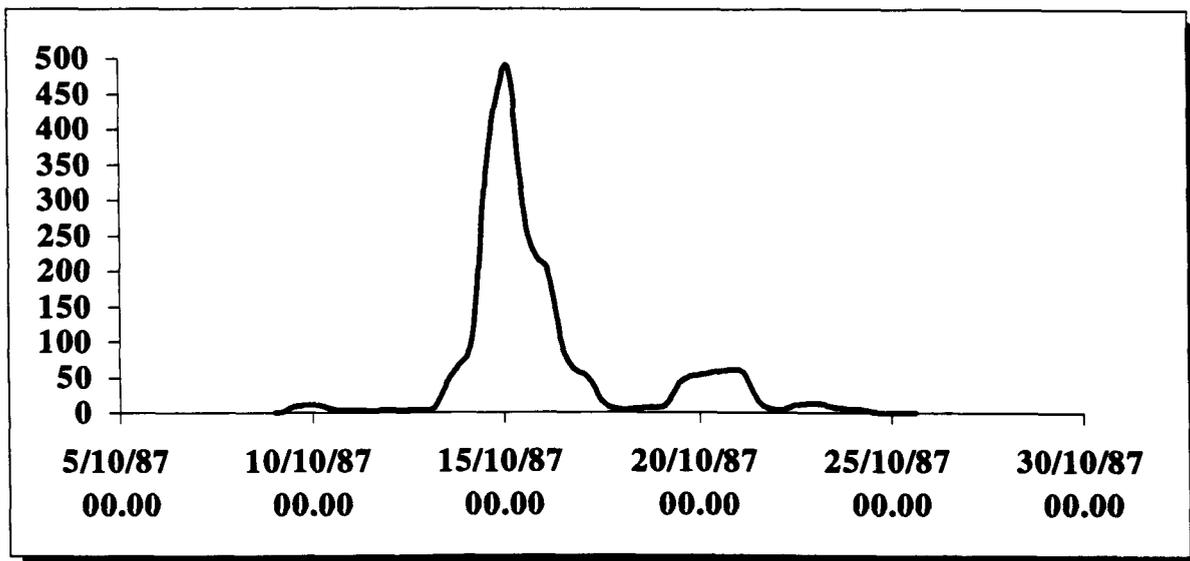


Fig. 4. Hidrograma de crecida del río Sar en Padrón, en m³/s., con motivo del ciclón Hortensia (13-17.10.1987), simulada en W.M.S.

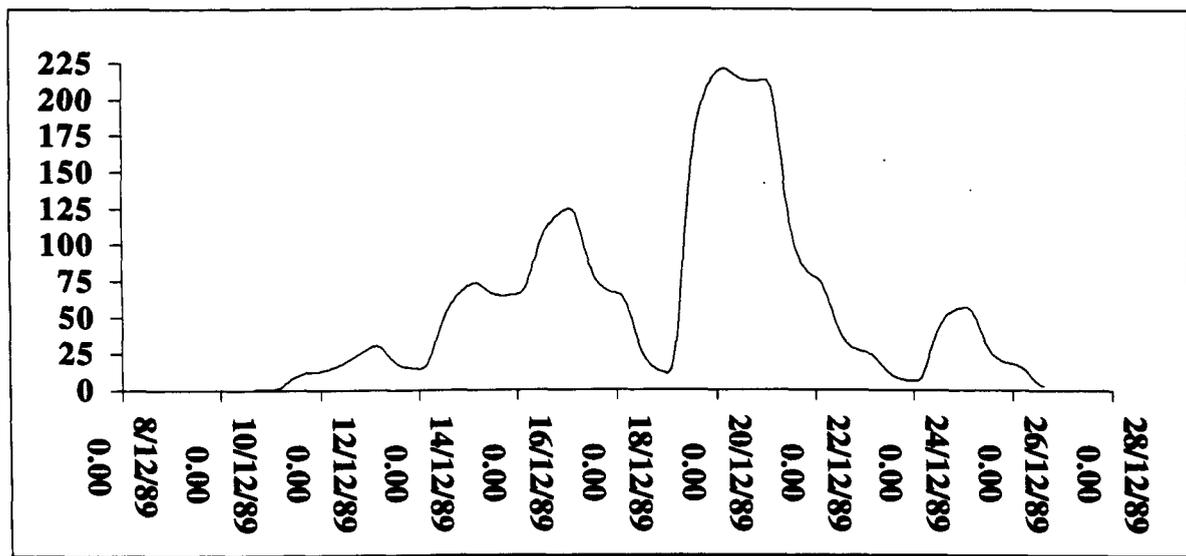


Fig. 5. Hidrograma de la crecida del río Sar en Padrón entre 10-26.12.1989, en m³/s., simulada en W.M.S.

torio peninsular y que cuando suceden se circunscriben a espacios reducidos, aunque no por ello dejan de tener su importancia.

Como hecho más significativo a destacar está el que las inundaciones aparecen asociadas a un período relativamente largo de abundantes precipitaciones que, por otra parte, no es nada extraño en el ámbito climático en el que se sitúa Galicia. Las inundaciones asociadas a períodos cortos y de elevada intensidad de lluvia son excepcionales. Sin embargo, tanto en uno como en otro, las características del limbo de crecida de los hidrogramas son parecidas, pues en ambos se asiste a un rápido desarrollo, lo cual induce a pensar en el papel que desempeñan las característi-

cas hidrológicas del sustrato; en cuanto éste no es capaz de retener más agua, actúa como si fuese una superficie impermeable que responde con rapidez al evento de lluvia.

La localización de las principales áreas de inundación en las inmediaciones de la costa, caso de los valles del Salnés, Lagares y A Mahía, inducen a destacar la importancia de los movimientos diarios de mareas. Como hemos podido apreciar a lo largo de la exposición, lo normal y lógico dado el ritmo del movimiento de marea es que se de una concurrencia entre eventos de crecida y pleamar; ésta última puede ser coetánea en el tiempo o desplazarse un poco, pero si la crecida tienen cierta duración lo normal es que en algún mo-

mento de la crecida se de también la pleamar. Esta actúa como dique de contención de la onda de crecida, por lo que se produce un embalsamiento de los caudales del río que favorece la expansión superficial de la lámina de agua, ampliando la magnitud de la inundación tanto por aumento del nivel de las aguas como por sus dimensiones espaciales. Para el caso del río Sar en Padrón este hecho ha sido habitual en los eventos señalados.

Finalmente, a falta de datos hidrométricos de caudales, se han simulado los eventos de crecida del río Sar en Padrón a partir de los registros diarios de precipitación de Labacolla.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Enjo, M.; Puertas Agudo, J. & Díaz-Fierros Viqueira, F. (1998). Análisis regional de avenidas en la zona Atlántica de Galicia (NW España). *Memorias. Avances en Hidráulica 1*, 475-484. XVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. IAHR y AMH. Oaxaca, México.

Álvarez Enjo, M.; Puertas Agudo, J. & Díaz-Fierros Viqueira, F. Análisis regional de Frecuencias en las condiciones de Galicia. Su aplicación a las precipitaciones máximas y avenidas. Universidad de Santiago de Compostela (inédito).

Álvarez, M.; Puertas, J.; Soto, B. & Díaz-Fierros, F. Análisis regional de las precipitaciones máximas en Galicia mediante el método del índice de avenida. *Tecnología del Agua* (aceptado).

Álvarez Enjo, M.; Soto González, B.; Perez Moreira, R. & Díaz-Fierros Viqueira, F. Procesos erosivos asociados a eventos torrenciales en áreas incendiadas: un caso de estudio en el Monte Faro (Galicia). *Tecnología del Agua* (aceptado).

Díaz-Fierros Viqueira, F. (Coord.) (1996): *As augas de Galicia*. Santiago. Consello da Cultura Galega. Ponencia de Patrimonio Natural, 611 pp.

Díaz-Fierros Viqueira, F.; Núñez Delgado, A. & López, E. (1993): *As concas fluviais de Galicia: Características e riscos de contaminación difusa*. Santiago. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Publicacions en Cien-

cias da Vida, nº 34. Universidade de Santiago, 205 pp.

Gómez Viñas, P.; Sánchez González, R. & Sánchez Cela, J. (1996): *As precipitacións. As augas de Galicia* (Díaz-Fierros Viqueira, F., Coord.). Santiago. Consello da Cultura Galega. Ponencia do Patrimonio Natural: 40-105.

Hosking, J.R.M. (1993). Some statistics useful in regional frequency analysis. *Water Resources Research*, 29: 271-281.

Hosking, J.R.M. & Wallis, J.R. (1997): *Regional Frequency Analysis. An Approach based on L-moments*. Cambridge. Cambridge University Press, U.K. 224 pp.

Martínez Cortizas, A. & Castillo Rodríguez, F. (1996). Condicionantes atmosféricos de las precipitaciones elevadas y su relación con algunas inundaciones en el área de Padrón (Ría de Arousa, Galicia). *Clima y agua: la gestión de un recurso climático* (Marzol, M.V.; Dorta, P. & Valladares, P., Eds.). La Laguna: 37-48.

Río Barja, F.X. & Rodríguez Lestegás, F. (1996): Os ríos. *As augas de Galicia* (Díaz-Fierros Viqueira, F., Coord.). Santiago. Consello da Cultura Galega. Ponencia do Patrimonio Natural: 149-211.

Río Barja, F.J. & Rodríguez Lestegás, F. (1992): *Os ríos galegos*. Consello da Cultura Galega. Colección do Patrimonio Ecolóxico. Santiago, 333 pp.

Rodríguez Martínez-Conde, R.: Hidrología. In *Atlas de Galicia*. Sociedad para el Desarrollo Comarcal de Galicia. Santiago (en prensa).

Soto González, B. & Díaz-Fierros Viqueira, F. (1996): Balance hídrico. *As augas de Galicia* (Díaz-Fierros Viqueira, F., Coord.). Santiago. Consello da Cultura Galega. Ponencia do Patrimonio Natural: 107-147.